# COMPTES RENDUS
## DES SÉANCES
## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 20 JANVIER 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement de la fonction perturbatrice dans le cas où, les excentricités étant petites, l'inclinaison mutuelle des orbites est considérable;* par M. F. Tisserand.

« Dans le tome I des *Annales de l'Observatoire de Paris*, pages 331-333, Le Verrier a montré qu'une grande inclinaison mutuelle des orbites de la planète perturbatrice et de la planète troublée peut bien rendre plus pénible le développement de la fonction perturbatrice, mais qu'elle ne le rend pas impossible; toutefois, Le Verrier n'a pas donné la forme générale du développement, ce qui lui était inutile dans la théorie des grosses planètes, mais peut être très-utile, sinon nécessaire, pour quelques-unes des petites planètes, et en particulier pour Pallas. J'ai cherché à combler cette lacune et je crois y être arrivé. J'ai pu mettre à profit, dans ce but, une partie des résultats obtenus par Jacobi dans son Mémoire intitulé : *De evolutione expressionis* $(l + 2l'\cos\varphi + 2l''\cos\varphi')^{-n}$ (*Journal de Crelle*, t. 15).

» I. La difficulté principale réside dans le développement de la partie $R_0$ de la fonction perturbatrice qui provient du développement de l'inverse de la distance mutuelle des deux planètes lorsqu'on y néglige les excentricités; une fois obtenu le développement de $R_0$, on tiendra

compte des excentricités à la manière ordinaire; en adoptant les notations de Le Verrier, on a

(1) $R_0 = [a^2 + a'^2 - 2aa'\cos(l' - \lambda) + 4\eta^2 aa' \sin(l' - \tau')\sin(\lambda - \tau')]^{-\frac{1}{2}}$.

» Dans les théories ordinaires, on développe $R_0$ suivant les puissances de $\eta^2 = \sin^2\frac{J}{2}$, J désignant l'inclinaison mutuelle des orbites; on voit que la série ainsi obtenue ne sera convergente que si l'on a toujours

$$\frac{4aa'\eta^2\sin(l' - \tau')\sin(\lambda - \tau')}{a^2 + a'^2 - 2aa'\cos(l' - \lambda)} < 1,$$

ou, dans le cas le plus défavorable,

$$\frac{4aa'\eta^2}{(a - a')^2} < 1;$$

d'où, en supposant $a' < a$,

$$2\sin\frac{J}{2} < \sqrt{\frac{a}{a'}} - \sqrt{\frac{a'}{a}}.$$

On déduit de là le Tableau suivant :

$$\frac{a'}{a} = 0,50,\quad J < 41°.25',$$
$$\frac{a'}{a} = 0,55,\quad J < 35.20,$$
$$\frac{a'}{a} = 0,60,\quad J < 29.56,$$
$$\frac{a'}{a} = 0,65,\quad J < 25.\ 4,$$
$$\frac{a'}{a} = 0,70,\quad J < 20.39.$$

» Pour Pallas, troublée par Jupiter, on a

$$\frac{a'}{a} = 0,533,\quad J = 34°15'.$$

» Il s'en faut donc de bien peu que le développement ordinaire soit divergent; il convergera lentement. On trouve en effet

$$\frac{4\eta^2 aa'}{(a - a')^2} = 0,846.$$

» Parmi les autres petites planètes, quelques-unes se trouvent dans les mêmes conditions que Pallas, ou même dans des conditions plus défavorables; je citerai les planètes (31), (130), (154).

» II. Les angles $l$ et $\lambda$ croissent proportionnellement au temps, et il en sera de même de $x$ et $y$, en faisant, pour abréger,

(2) $$l' - l - \tau' + \tau = x, \quad l' + l - \tau' - \tau = y.$$

Posons, en outre,

(3) $$\left\{\begin{array}{l} \cos^2 \frac{J}{2} = \mu, \quad \sin^2 \frac{J}{2} = \nu, \\ \text{d'où} \\ \mu + \nu = 1, \quad \cos V = \mu \cos x + \nu \cos y. \end{array}\right.$$

On pourra écrire $R_0$ sous l'une des deux formes suivantes :

(4) $$R_0 = (a^2 + a'^2 - 2aa' \cos V)^{-\frac{1}{2}};$$

(5) $$R_0 = [a^2 + a'^2 - 2aa'(\mu \cos x + \nu \cos y)]^{-\frac{1}{2}}.$$

» Il s'agit de développer l'expression (5) suivant les cosinus des multiples de $x$ et $y$; on voit que nous nous trouvons dans le cas du Mémoire de Jacobi. Le développement cherché sera de la forme

(6) $$\left\{\begin{array}{l} R_0 = P_{0,0} + 2 \sum_{i=1}^{i=\infty} P_{i,0} \cos ix \\ \quad + 2 \sum_{j=1}^{j=\infty} P_{0,j} \cos jy + 4 \sum_{i=1}^{i=\infty} \sum_{j=1}^{j=\infty} P_{i,j} \cos ix \cos jy, \end{array}\right.$$

où les quantités $P_{i,j}$ sont des fonctions de $a$, $a'$, $\mu$ et $\nu$.

» On déduit aussi de (4) le développement suivant :

(7) $$R_0 = \tfrac{1}{2} A^{(0)} + A^{(1)} \cos V + A^{(2)} \cos 2V + \ldots,$$

où les coefficients A sont des fonctions homogènes et du degré $-1$ de $a$ et $a'$.

» On voit que, pour trouver les quantités $P_{i,j}$ de la formule (6), il suffira de développer les cosinus des multiples de V comme il suit :

(8) $$\cos nV = Q_{0,0}^{(n)} + 2\Sigma Q_{i,0}^{(n)} \cos ix + 2\Sigma Q_{0,j}^{(n)} \cos jy + 4\Sigma Q_{i,j}^{(n)} \cos ix \cos jy.$$

On reconnaîtra aisément que, dans $Q_{i,j}^{(n)}$, la somme $i + j$ doit être plus petite que $n$ et doit différer de $n$ d'un nombre pair.

» Si les quantités $Q_{i,j}^{(n)}$, qui sont des fonctions entières de $\mu$ et de $\nu$, sont une fois connues, on en déduira les $P_{i,j}$ par la formule

(9) $$P_{i,j} = A^{(i+j)} Q_{i,j}^{(i+j)} + A^{(i+j+2)} Q_{i,j}^{(i+j+2)} + A^{(i+j+4)} Q_{i,j}^{(i+j+4)} + \ldots.$$

» III. *Relations de Jacobi entre les* $P_{i,j}$. — En différentiant la formule (6), où $R_0$ est remplacé par l'expression (5), relativement à $x$ et $y$, on trouve

$$(10)\quad \begin{cases} aa'\mu\sin x(a^2+a'^2-2aa'\mu\cos x-2aa'\nu\cos y)^{-\frac{3}{2}} \\ \quad = 2\Sigma i P_{i,0}\sin ix + 4\Sigma i P_{i,j}\sin ix\cos jy, \\ aa'\nu\sin y(a^2+a'^2-2aa'\mu\cos x-2aa'\nu\cos y)^{-\frac{3}{2}} \\ \quad = 2\Sigma j P_{0,j}\sin jy + 4\Sigma j P_{i,j}\cos ix\sin jy, \end{cases}$$

d'où

$$\nu\sin y(\Sigma i P_{i,0}\sin ix + 2\Sigma i P_{i,j}\sin ix\cos jy)$$
$$= \mu\sin x(\Sigma j P_{0,j}\sin jy + 2\Sigma j P_{i,j}\cos ix\sin jy).$$

Si, dans cette équation, on égale à zéro le coefficient de $\sin ix\sin jy$, il vient

$$(11)\qquad \nu i(P_{i,j-1}-P_{i,j+1}) = \mu j(P_{i-1,j}-P_{i+1,j}).$$

Cette équation a toujours lieu, quelles que soient les valeurs, nulles ou positives, des indices $i$ et $j$, pourvu qu'on prenne toujours

$$P_{i,j} = P_{i,-j} = P_{-i,j} = P_{-i,-j}.$$

» On peut ensuite écrire la première équation (10) comme il suit :

$$aa'\mu\sin x(P_{0,0} + 2\Sigma P_{i,0}\cos ix + 2\Sigma P_{0,j}\cos jy + 4\Sigma P_{i,j}\cos ix\cos jy)$$
$$= (a^2+a'^2-2aa'\mu\cos x-2aa'\nu\cos y)$$
$$\times(2\Sigma i P_{i,0}\sin ix + 4\Sigma i P_{i,j}\sin ix\cos jy).$$

» En égalant de part et d'autre les coefficients de $\sin ix\cos jy$, il vient, après quelques réductions,

$$(12)\quad \begin{cases} (2i+1)\mu P_{i+1,j} + (2i-1)\mu P_{i-1,j}, \\ \quad = 2\left(\frac{a}{a'}+\frac{a'}{a}\right) i P_{i,j} - 2\nu i(P_{i,j+1}+P_{i,j-1}). \end{cases}$$

» En portant dans cette équation la valeur de $P_{i,j+1}$ ou celle de $P_{i,j-1}$, tirée de l'équation (11), on trouve les équations (13) et (14); si l'on opère de même, en partant de la deuxième équation (10), on trouve les formules (15) et (16) :

$$(13)\quad \begin{cases} \mu(2i+2j+1)P_{i+1,j} + \mu(2i-2j-1)P_{i-1,j} \\ \quad = 2\frac{a^2+a'^2}{aa'} i P_{i,j} - 4\nu i P_{i,j-1}, \end{cases}$$

$$(14)\quad \begin{cases} \mu(2i-2j+1)P_{i+1,j} + \mu(2i+2j-1)P_{i-1,j} \\ \quad = 2\frac{a^2+a'^2}{aa'} i P_{i,j} - 4\nu i P_{i,j+1}, \end{cases}$$

$$(15)\quad \left\{\begin{aligned} &\nu(2i+2j+1)P_{i,j+1}+\nu(2j-2i-1)P_{i,j-1}\\ &\quad=2\frac{a^2+a'^2}{aa'}jP_{i,j}-4\mu j P_{i-1,j},\end{aligned}\right.$$

$$(16)\quad \left\{\begin{aligned} &\nu(-2i+2j+1)P_{i,j+1}+\nu(2j+2i-1)P_{i,j-1}\\ &\quad=2\frac{a^2+a'^2}{aa'}jP_{i,j}-4\mu j P_{i+1,j}.\end{aligned}\right.$$

» Voilà des relations entre quatre fonctions $P_{i,j}$.

» Dans (12), faisons $j=0$ et nous aurons

$$(17)\quad \mu[(2i+1)P_{i+1,0}+(2i-1)P_{i-1,0}]=2i\frac{a^2+a'^2}{aa'}P_{i,0}-4\nu i P_{i,1};$$

cette équation donnera les $P_{i,1}$ en fonction des $P_{i,0}$. On trouverait de même l'équation

$$(18)\quad \nu[(2j+1)P_{0,j+1}+(2j-1)P_{0,j-1}]=2j\frac{a^2+a'^2}{aa'}P_{0,j}-4\mu j P_{1,j},$$

qui donnera les $P_{1,j}$ en fonction des $P_{0,j}$.

» Les relations (13), ..., (16) feront ensuite connaître les quantités $P_{i,j}$ de proche en proche.

» Jacobi a montré que toutes ces quantités $P_{i,j}$ peuvent s'exprimer à l'aide de quatre d'entre elles, par exemple $P_{0,0}$, $P_{1,0}$, $P_{0,1}$, $P_{1,1}$. Donnons les premières formules qui permettront de calculer $P_{2,0}$, $P_{2,1}$, ....

$$(19)\quad \left\{\begin{aligned} &3\mu P_{2,0}+\mu P_{0,0}=2\frac{a^2+a'^2}{aa'}P_{1,0}-4\nu P_{1,1},\\ &5\mu P_{2,1}-\mu P_{0,1}=2\frac{a^2+a'^2}{aa'}P_{1,1}-4\nu P_{1,0},\\ &5\mu P_{3,0}+3\mu P_{1,0}=4\frac{a^2+a'^2}{aa'}P_{2,0}-8\nu P_{2,1},\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\end{aligned}\right.$$

» Le calcul de proche en proche se fera très-facilement par ces relations linéaires ; il ne nous reste plus qu'à montrer comment on calculera les quatre quantités $P_{0,0}$, $P_{1,0}$, $P_{0,1}$ $P_{1,1}$.

» La formule (9) nous donne, pour cet objet,

$$(20)\quad P_{0,0}=\tfrac{1}{2}A^{(0)}+A^{(2)}Q^{(2)}_{0,0}+A^{(4)}Q^{(4)}_{0,0}+\ldots,$$

$$(21)\quad P_{1,1}=A^{(2)}Q^{(2)}_{1,1}+A^{(4)}Q^{(4)}_{1,1}+\ldots,$$

$$(22)\quad P_{1,0}=A^{(1)}Q^{(1)}_{1,0}+A^{(3)}Q^{(3)}_{1,0}+\ldots,$$

$$(23)\quad P_{0,1}=A^{(1)}Q^{(1)}_{0,1}+A^{(3)}Q^{(3)}_{0,1}+\ldots,$$

de sorte que nous sommes ramenés à la recherche des quantités

$$Q^{(2n)}_{0,0},\quad Q^{(2n)}_{1,1},\quad Q^{(2n+1)}_{1,0},\quad Q^{(2n+1)}_{0,1}.$$

» IV. *Recherche de* $Q^{(2n)}_{0,0}$.... — On a la formule connue

$$(24)\quad \left\{\begin{aligned} \cos 2nV = (-1)^n \Big[ 1 - \frac{n^2}{1.2}(2\cos V)^2 + \frac{n^2(n^2-1^2)}{1.2.3.4}(2\cos V)^4 \\ - \frac{n^2(n^2-1^2)(n^2-2^2)}{1.2.3.4.5.6}(2\cos V)^6 + \ldots \Big]. \end{aligned}\right.$$

» Si donc on développe $(2\cos V)^{2i}$ suivant les cosinus des multiples de $x$ et $y$, et qu'on désigne la partie non périodique de ce développement par

$$1.2.3\ldots 2i H_{2i},$$

on aura

$$(25)\quad (-1)^n Q^{(2n)}_{0,0} = 1 - n^2 H_2 + n^2(n^2-1^2) H_4 - n^2(n^2-1^2)(n^2-2^2) H_6 + \ldots.$$

Nous sommes ainsi ramenés au calcul de $H_{2i}$. Si l'on pose

$$e^{x\sqrt{-1}} = z,\quad e^{y\sqrt{-1}} = t,$$

on aura

$$(26)\qquad (2\cos V)^{2i} = (\mu z + \nu t + \mu z^{-1} + \nu t^{-1})^{2i}.$$

» En faisant, pour abréger,

$$T_n = 1.2.3\ldots n,$$

on aura, comme on sait,

$$(27)\qquad (2\cos V)^{2i} = \sum \frac{T_{2i}}{T\alpha T\beta T\gamma T\delta} \mu^{\alpha+\gamma} \nu^{\beta+\delta} z^{\alpha-\gamma} t^{\beta-\delta},$$

où

$$\alpha + \beta + \gamma + \delta = 2i;$$

pour avoir le terme non périodique, il faut faire $\delta = \beta$, $\gamma = \alpha$; on en conclut

$$(28)\qquad H_{2i} = \sum \frac{\mu^{2\alpha}\nu^{2\beta}}{(T_\alpha T_\beta)^2},$$

où le signe $\Sigma$ s'étend à toutes les valeurs entières et positives de $\alpha$ et $\beta$, telles que

$$\alpha + \beta = i.$$

» L'expression $H_{2i}$ peut être transformée, comme on va le voir.

» On a, par la formule du binôme,

$$(29)\quad \left\{\begin{aligned} (\mu + \nu e^{\psi\sqrt{-1}})^i &= T_i\left(\frac{\mu^i}{T_i} + \frac{\mu^{i-1}\nu e^{\psi\sqrt{-1}}}{T_1 T_{i-1}} + \frac{\mu^{i-2}\nu^2 e^{2\psi\sqrt{-1}}}{T_2 T_{i-2}} + \ldots\right), \\ (\mu + \nu e^{-\psi\sqrt{-1}})^i &= T_i\left(\frac{\mu^i}{T_i} + \frac{\mu^{i-1}\nu e^{-\psi\sqrt{-1}}}{T_1 T_{i-1}} + \frac{\mu^{i-2}\nu^2 e^{-2\psi\sqrt{-1}}}{T_2 T_{i-2}} + \ldots\right). \end{aligned}\right.$$

En multipliant ces deux équations membre à membre, on voit que $(T_i)^2 H_{2i}$ est la partie non périodique du développement de

$$(\mu^2 + 2\mu\nu\cos\psi + \nu^2)^i,$$

suivant les cosinus des multiples de $\psi$; on a donc

$$H_{2i} = \frac{1}{(1.2\ldots i)^2}\frac{1}{\pi}\int_0^\pi (\mu^2 + 2\mu\nu\cos\psi + \nu^2)^i d\psi,$$

ou bien, en tenant compte de ce que $\mu + \nu = 1$,

$$H_{2i} = \frac{1}{(1.2\ldots i)^2}\frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (1 - 4\mu\nu\sin^2\varphi)^i d\varphi.$$

» On peut développer $(1 - 4\mu\nu\sin^2\varphi)^i$ par la formule du binôme, effectuer les intégrations par la formule qui donne

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2n}\varphi\, d\varphi,$$

et l'on trouve finalement

$$(30)\quad \begin{cases} (1.2\ldots i)^2 H_{2i} = 1 - \frac{i}{1}(2\mu\nu) + \frac{i(i-1)}{1.2}(2\mu\nu)^2\frac{1.3}{1.2} - \ldots \\ \qquad + (-1)^j \frac{i(i-1)\ldots(i-j+1)}{1.2\ldots j}(2\mu\nu)^j \frac{1.3\ldots(2j-1)}{1.2\ldots j} + \ldots \text{»} \end{cases}$$

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Observations sur la deuxième Réponse de M.* Pasteur; par M. **Berthelot**.

« Je n'avais pas l'intention de poursuivre la discussion sur les fermentations, commencée avec M. Pasteur, au delà du terme où chacun de nous aurait produit son opinion et les faits positifs sur lesquels elle lui paraît appuyée. Je pensais avoir distingué suffisamment entre les belles découvertes biologiques de mon savant ami, relatives à l'origine, au développement et à la multiplication des êtres microscopiques qui propagent les fermentations, découvertes sur lesquelles il n'y a point de discussion entre nous, et les suppositions chimiques peu vraisemblables qu'il a exposées trop souvent comme des faits certains et vérifiés au même degré que ses observations biologiques. Rien n'est moins fondé, à mon avis : je n'insisterais point, s'il ne pouvait résulter un grave dommage pour la science de cette confusion perpétuelle et presque inconsciente entre ce qui est prouvé et ce qui ne l'est pas.

» La deuxième Réponse de mon éminent ami débute en effet par une déclaration qui m'oblige à rentrer dans le débat; il a la prétention d'interpréter mon silence sur trois propositions, auxquelles il attache une importance spéciale, et de le traduire par un assentiment : or je n'accepte ni cette interprétation ni les cadres absolus que M. Pasteur voudrait imposer à la controverse.

» Je me suis déjà expliqué très-nettement sur les théories chimiques de M. Pasteur. Sa dernière Note montre une fois de plus et il reconnaît lui-même qu'elles ne reposent point sur des faits positifs. Jusqu'à ce jour, M. Pasteur avait affirmé d'ordinaire comme des vérités acquises ce qu'il est obligé maintenant de reconnaître pour de simples conjectures, tout à fait analogues à celles qu'il veut interdire à ses contradicteurs. La conjecture et l'hypothèse sont légitimes, sans aucun doute, dans la Science, mais à la condition de ne pas les imposer au lecteur et d'en maintenir le véritable caractère; ce que j'ai toujours pris soin de faire d'abord. Les affirmations catégoriques sont moins conformes à la vraie méthode, quels que soient les avantages qu'elles procurent dans la polémique. Précisons l'état actuel de la question.

» Notre savant confrère déclarait naguère que la levûre de bière est un être anaérobie, capable d'enlever au sucre de l'oxygène combiné, à défaut d'oxygène libre. Il reconnaît aujourd'hui que cette propriété n'est point démontrée; je n'ai jamais dit autre chose, mais je me suis gardé d'annoncer à l'avance que j'attaquerais les expériences qu'il pourrait faire plus tard, si elles ne confirmaient pas mes opinions. Aujourd'hui, sans produire aucun fait positif, il suppose que la levûre *pourrait* prendre de l'oxygène au sucre, pour le rendre aussitôt à l'état d'acide carbonique.

» C'est encore là une simple hypothèse, dont la démonstration, je ne cesserai de le répéter, incombe à celui qui la produit dans la Science. S'il est vrai que la levûre soumise à l'action de l'oxygène libre fournisse de l'acide carbonique, rien ne prouve et même rien ne rend vraisemblable qu'elle doive en dégager encore, en l'absence de l'oxygène libre; les changements profonds qui surviennent alors dans son mode d'existence rendent cette supposition fort douteuse. Fût-il même établi que la levûre dégage de l'acide carbonique dans ces conditions, il n'en résulterait nullement qu'elle prît au sucre de l'oxygène, *de préférence aux autres éléments.*

» Cette démonstration ne pourrait résulter que de la connaissance précise de l'équation chimique en vertu de laquelle l'acide carbonique serait formé, équation que M. Pasteur ne nous a point fait connaître; cependant

elle peut être telle que le sucre cède à la fois tous ses éléments ([1]), ou même qu'il cède à la levûre de l'hydrogène de préférence.

» Quant à présent, tout ce qu'il est permis de dire, c'est que les faits connus ne sont pas favorables à la supposition de M. Pasteur.

» En effet, les relations chimiques, qui existent et que j'ai rappelées précédemment, entre le sucre et les principes immédiats constitutifs d'une levûre qui se multiplie, montrent qu'aucun de ces principes ne résulte d'une oxydation, mais que plusieurs sont plus riches en hydrogène que le sucre : il semble donc que la levûre enlève au sucre, aux dépens duquel elle se développe, *non de l'oxygène, mais, au contraire, de l'hydrogène combiné*, de préférence aux autres éléments; ce qui est, d'ailleurs, plus conforme à ce que nous savons en général de la physiologie des végétaux.

» Il ne me paraît pas non plus établi que « les fermentations proprement dites aient pour condition absolue la présence d'êtres microscopiques ». Mes doutes à cet égard ne sont pas fondés sur des vues *à priori*, mais sur les faits acquis à la Science par l'étude expérimentale des fermentations glucosique, amygdalique, uréique, acétique, etc., etc. L'expérience a prouvé que la condition déterminante de chacune de ces fermentations est chimique, loin d'être essentiellement vitale ou physiologique. On ne saurait échapper à cette conclusion, à moins de définir les fermentations proprement dites par les organismes microscopiques eux-mêmes : ce qui est un pur cercle vicieux.

» Réciproquement, la coïncidence entre la vie des organismes, qui se développent en dehors de la présence de l'oxygène libre, et les actes de fermentation, qu'ils sont censés produire, ne me paraît pas davantage ni démontrée d'une manière générale, ni nécessaire ; à moins de définir fermentation toute « action chimique accomplie hors du contact de l'oxygène » dans les êtres vivants : ce qui est encore un pur cercle vicieux.

» En fait, la plupart des liquides contenus dans l'épaisseur des tissus végétaux sont exempts d'oxygène libre, parce qu'ils renferment des principes immédiats très-oxydables, lesquels absorbent rapidement l'oxygène de l'air dissous dans les régions superficielles ou dans les lacunes, soit en vertu de leur action propre, soit avec le concours des conditions complexes réalisées par les cellules vivantes. Tel est notamment le cas du jus de raisin, du jus de betterave et de presque tous les jus sucrés contenus dans les cellules végétales. La vie de la plupart des cellules végétales, et

---

([1]) Par exemple, s'il se formait en même temps de l'alcool; ce qui a lieu, en effet, avec la levûre prise isolément.

même animales, s'accomplit donc dans des milieux privés d'oxygène libre. Cependant le sucre n'y fermente point, par le simple fait de la vie des cellules accomplie en dehors du contact de l'oxygène; il n'y fermente point, tant que des conditions chimiques toutes spéciales ne viennent pas à être réalisées.

» Inversement, la transformation du sucre en alcool (ou en acide lactique) s'effectue également, soit dans un milieu exempt d'oxygène libre, soit dans un milieu qui en renferme. Le fait est bien connu depuis longtemps et M. Pasteur en a fourni lui-même de nouvelles preuves. Sans examiner si les milieux non oxygénés seraient plus favorables à la multiplication de la levûre, comme M. Pasteur a cherché à l'établir, mais ce qui est une question toute différente, il n'en est pas moins vrai que ce milieu n'est nullement indispensable pour l'accomplissement de l'acte chimique de la fermentation elle-même ([1]). Si cet acte résultait de l'absorption par la levûre d'une certaine dose d'oxygène combiné, pris au sucre à défaut de l'oxygène libre indispensable à la vie des cellules de levûre, on ne comprendrait pas pourquoi les cellules qui trouvent autour d'elles de l'oxygène libre iraient provoquer la fermentation alcoolique, en s'emparant de l'oxygène combiné. Ce n'est donc pas là la condition déterminante de la fermentation.

» D'après ces faits acquis à la Science, et quelle que soit la difficulté que présente, dans une discussion, la vague et élastique généralité des assertions relatives à la vie sans air et à ses relations avec la fermentation, il me paraît cependant permis d'affirmer qu'en général la vie sans air n'est pas la fermentation, pas plus que la fermentation en général n'est la vie sans air. Il n'existe point de corrélation chimique nécessaire entre ces deux ordres de phénomènes. Cl. Bernard le déclarait, et je partage son opinion. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Réponse aux Notes de* M. Trécul, *des* 30 *décembre et* 13 *janvier;* par M. Pasteur.

« Dans sa première Note, M. Trécul dit :

« .... la levûre de bière elle-même qui, pendant nombre d'années fut, pour M. Pasteur, l'*anaérobie* par excellence, c'est-à-dire le type des *ferments* ou zymiques. »

---

([1]) Déjà M. Schützenberger a fait sur ce point des remarques qui me semblent parfaitement fondées.

» Jamais je n'ai dit cela, cent fois j'ai dit le contraire. Invariablement, depuis 1861, l'année où j'ai signalé pour la première fois l'existence des *anaérobies* et opposé leurs propriétés aux *aérobies*, j'ai dit et prouvé que la levûre de bière était, suivant les conditions extérieures du milieu propre à sa nutrition et à son développement, tantôt *aérobie*, tantôt *anaérobie*.

» Dans sa deuxième Note, M. Trécul dit :

« .... A la page 1040 du tome LXXXVI des *Comptes rendus* (année 1878), on trouve que le vibrion septique se résout en corpuscules-germes qui vivent dans l'air et y sont conservés. »

» Jamais je n'ai écrit cela; jamais je n'ai écrit que les corpuscules-germes du vibrion septique vivent dans l'air. C'est le contraire qui est écrit et prouvé à cette page 1040. Il est démontré dans la Communication, et notamment à cette page 1040, que le vibrion septique *ne peut vivre dans l'air*, que l'air le tue et le détruit, que c'est un être exclusivement *anaérobie*. »

### *Réponse de* M. Trécul.

« Je ne veux pas répondre aujourd'hui à M. Pasteur. Il me sera facile de prouver que notre confrère ne détruit aucune de mes objections. Je me bornerai à dire que l'alinéa de la page 1040 à 1041 qu'il vient de lire montre que les germes du vibrion septique ne redoutent pas l'action de l'oxygène, qui tue les vibrions eux-mêmes; que, par conséquent, ces germes ne sont pas tués par l'air, dans lequel ils sont conservés et par lequel ils sont dispersés et semés. Donc ils sont *aérobies* et les vibrions qu'ils produisent *anaérobies*. Il est en outre évident que, puisqu'il y a deux états bien distincts pour la même espèce, M. Pasteur n'était pas autorisé à établir une classification qui n'en comporte qu'un. »

### *Observations de M.* Pasteur.

« M. Trécul change ici arbitrairement l'acception scientifique ou vulgaire des mots *vie*, *aérobie*, *anaérobie*.

» Le mot *vie* signifie nutrition, développement; le mot *aérobie* signifie vie, nutrition, développement au contact de l'air avec absorption de son oxygène; le mot *anaérobie* veut dire vie, nutrition, développement hors du contact de l'air et sans participation aucune de l'oxygène de l'air.

» Les corpuscules-germes NE VIVENT PAS et n'ont aucun des caractères de la vie, c'est-à-dire de la nutrition, du développement, de la génération.

» Les questions que couvrent ces mots *vie latente des germes* n'ont jamais été abordées par moi; elles sont hors de la discussion. La citation de M. Trécul reste absolument inexacte. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *De l'appareil spécial de nutrition des espèces parasites phanérogames.* Note de M. CHATIN.

« J'ai fait connaître, il y a déjà longtemps, la structure anatomique de l'appareil par lequel les végétaux phanérogames parasites tirent leurs matériaux de nutrition des espèces sur lesquelles et aux dépens desquelles ils vivent. Mon travail devait être alors, il fut simplement analytique.

» Je viens aujourd'hui, par des études de synthèse embrassant les faits dans celles de leurs modifications susceptibles d'aperçus généraux, les comparer, m'appliquant à mettre en lumière ceux de ces faits qui se présenteraient soit comme donnant leurs caractères aux appareils mêmes, soit comme liés à la circonscription de groupes naturels ou familles, soit qu'ils apparaissent comme subordonnés aux modes variables de connexions entre les parasites et leurs nourrices, soit qu'ils se rapportent au milieu aérien ou hypogé dans lequel ont lieu ces connexions ou attaches, soit enfin qu'ils changent d'état avec l'âge.

» 1. Dans la généralité des cas, l'espèce parasite se fixe sur la plante nourricière par un pivot conoïde, sorte de clou gros et court, ou mieux de cheville organisée, vivante, remplissant le rôle de racine. Comme celle-ci, le cône suçoir a surtout ce double but : fixer l'espèce là où elle doit vivre; puiser des matériaux de nutrition dans le milieu où il est plongé.

» La structure histologique du suçoir est généralement la suivante :

» La région axile est occupée par une masse conoïde, de consistance ligneuse, que composent de grandes cellules fibroïdes ponctuées, d'autant plus courtes qu'elles sont plus voisines de l'extrémité, d'autant plus longues et plus vascularoïdes qu'elles s'éloignent davantage de celle-ci. Vers la pointe, ces cellules s'agencent entre elles par des terminaisons en biseau ; plus haut, là où les suçoirs se détachent, des racines comme dans les Pédiculariées et les Thésiacées, des tiges ainsi qu'on l'observe chez les Cuscutes et les Cassythacées et les Orobanchées, ces cellules se placent bout à bout et

passent plus ou moins à l'état vasculariforme appartenant aux axes qui les ont produites. Je donne à cette partie centrale et de consistance généralement solide des suçoirs le nom de *cône de renforcement.*

» Le cône de renforcement est ordinairement composé d'une masse simple. Parfois, comme dans les *Cytinus*, *Cynomorium*, *Balanophora*, *Apodanthes*, beaucoup de Loranthacées, il se compose de plusieurs faisceaux convergeant vers la ligne axile qui leur est commune.

» On ne saurait confondre les cas où le système solide de renforcement est composé de faisceaux multiples et convergents avec ceux où, consécutivement à la destruction d'un cône de renforcement d'abord simple, comme dans beaucoup d'Orobanches ayant passé les premiers âges, il y a enchevêtrement réciproque des tissus de la parasite et de ceux de sa nourrice.

» L'existence du cône de renforcement des suçoirs paraît être constante. Une exception s'est montrée toutefois dans le *Rafflesia*, dont j'ai vu le suçoir formé tout entier d'un tissu parenchymateux délicat.

» Le cône de renforcement du suçoir est enveloppé d'un tissu à petites utricules minces, non ponctuées, sorte de parenchyme cortical constituant un fourreau à l'axe central lignoïde. Généralement de forme oblongue, au moins vers la terminaison de l'organe, ces cellules parenchymateuses constituent l'extrémité du suçoir, où elles forment un cône qui, continuant le cône de renforcement, s'engage entre les tissus de la nourrice et se fraye un passage au travers d'eux, quelles que soient leur résistance et leur dureté. C'est vraiment quelque chose de surprenant de voir la délicate pointe des suçoirs de la Cuscute traverser le cercle ligneux du *Thesium*, de la grande Ortie (*Urtica dioica*) ou du Lin, celle des *Cassytha*, des *Viscum* et des *Loranthus* s'engager dans le bois très-dur des *Casuarina*, *Quercus*, *Olea*, *Citrus*, etc. Je propose de désigner sous le nom de *cône perforant* cette pointe parenchymateuse qui, malgré la grande délicatesse de son tissu, a le pouvoir merveilleux de progresser, sans s'émousser, au travers des bois les plus durs (¹).

» Le cône perforant paraît ne jamais manquer; cependant, j'ai constaté une fois son absence. C'est dans le *Frostia*, dont l'extrémité du cône de renforcement, non recouverte de son fourreau parenchymateux, resté en arrière, s'engageait dans les tissus de la plante nourricière (un *Bauhinia*).

---

(¹) La cause de cette faculté de pénétration du cône perforant sera recherchée ultérieurement.

Une autre fois, j'ai vu, dans le *Langsdorfia*, les tissus du cône perforant manquer sur l'un des côtés du suçoir.

» J'ai dit que, dans quelques plantes, le suçoir conoïde est remplacé par un enchevêtrement réciproque des tissus de la parasite et de sa nourrice. Cette forme de l'appareil de nutrition des parasites n'est jamais primitive.

» C'est une formation secondaire qui se produit consécutivement à la destruction des cônes suçoirs dans certaines espèces (*Orobanche*), à végétation ordinairement bisannuelle ou même pérenne. Les choses se passent alors ainsi : tant que la parasite n'a pas déterminé, au delà de son point d'attache, l'atrophie de la racine nourricière sur laquelle elle est fixée, elle continue d'avoir un cône suçoir; mais, lorsque la racine nourricière, épuisée, se détruit au delà de ce point d'attache, le cône disparaît et est remplacé par une disposition en patte d'oie des fibres ponctuées du cône de renforcement, auxquelles s'entremêle le tissu parenchymateux du cône perforant. En même temps, une disposition analogue se produit dans l'extrémité ou moignon de la racine nourricière, dont les tissus ligneux et parenchymateux s'enchevêtrent avec ceux du végétal parasite. Placé alors à l'extrémité même de la racine nourricière tronquée, celui-ci semble s'en élever comme le fait la tige produite et relevée à l'extrémité des rhizomes. Telles on voit aussi, parmi les parasites à attache non souterraine, de vieilles tiges de Gui (*Viscum album*) à l'extrémité des branches nourricières dont elles ont causé l'atrophie et la mort au delà de leur point d'adhérence. Il est d'ailleurs évident que, dans ces cas, la parasite ne se trouvant plus sur le trajet même des sucs nourriciers, elle doit leur faire appel, déterminant tantôt leur descente (*Orobanche*), tantôt leur montée (*Viscum*).

» Chez quelques parasites (Loranthacées diverses) on trouve parfois des suçoirs composés ou multiples qui se sont produits comme par une division digitale là où d'ordinaire il n'existe qu'un suçoir simple.

» La multiplicité des suçoirs a lieu fréquemment dans les mêmes plantes, notamment dans le *Viscum album* et l'*Arceuthobium Oxicedri*, mais cette multiplicité des suçoirs est due alors à un phénomène de végétation très-différent et fort remarquable.

» Alors, en effet, il se produit dans ces plantes, à mesure que, vieillissant, elles semblent ne plus trouver une nourriture suffisante sur le point où elles se sont primitivement fixées, un développement latéral des tissus (parenchymateux spécialement) du suçoir, lesquels, s'épanchant dans la zone cambiale, forment des coulées (ordinairement faciles à suivre à leur coloration verte) entre le bois et l'écorce. Parfois ces coulées de tissus

s'étendent sur une ligne droite et assez étroite (*Arceuthobium* surtout); d'autres fois, elles s'épanchent sans ordre régulier apparent.

» De distance en distance et à intervalles parfois très-rapprochés, presque contigus, ces coulées produisent : du côté intérieur, des suçoirs supplémentaires qui s'engagent dans le bois du végétal nourricier; vers l'extérieur, de nouvelles tiges qui se font jour au travers de l'écorce et sont en tous points semblables à la tige mère produite lors de la germination des graines : chacune des tiges de production secondaire répond à un suçoir secondaire, rappelant ce qui a lieu quand des racines de l'Orme (*Ulmus*) ou des stolons du Fraisier (*Fragaria*) s'élèvent de nouvelles pousses aériennes.

» On voit déjà que les phénomènes biologiques conduisent, comme la morphologie et l'anatomie, à faire admettre de grandes analogies entre les suçoirs des parasites et les racines ordinaires des plantes. L'organogénie viendra confirmer la justesse de cette comparaison. Hâtons-nous, toutefois, de dire que la pilorhize restera un assez bon caractère différentiel. »

## MÉMOIRES LUS.

M. l'abbé S. Balestra donne lecture d'une Note relative aux phénomènes observés dans des « veines chantantes et lumineuses ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Edm. Becquerel, Desains.)

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur les propriétés magnétiques temporaires développées par influence dans divers échantillons de nickel et de cobalt, comparées à celles du fer.* Mémoire de M. Henri Becquerel. [Extrait par l'auteur (¹).]

(Commissaires : MM. Fizeau, Desains, A. Cornu.)

« Nous avons pu rassembler divers échantillons de nickel et de cobalt métallique, et nous avons étudié leurs propriétés magnétiques temporaires en les soumettant à des intensités magnétiques qui ont varié dans les li-

(¹) Le Mémoire complet, qui paraîtra prochainement, contient l'exposé des principaux travaux faits antérieurement sur cette question.

mites les plus étendues. Ces expériences ont donné lieu à des méthodes d'observation nouvelles; nous citerons notamment l'emploi d'une balance électromagnétique. Nous avons pris pour termes de comparaison des barreaux tirés d'un même morceau de fer de Suède doux et pur, et nous avons été conduit aux résultats suivants :

» Le rapport des effets magnétiques temporaires développés à la température ordinaire, par des influences magnétiques croissantes, dans un quelconque des barreaux de nickel étudiés, et dans un barreau de fer doux, de même longueur, de même poids ou de même section, est un nombre variable avec l'intensité magnétique à laquelle ces métaux sont soumis. Ce rapport, pour de très-faibles intensités, commence par décroître, passe par un minimum, puis grandit, atteint un maximum et enfin décroît jusqu'à une limite inférieure. Les variations dans le rapport considéré correspondent à des variations d'intensité d'autant plus faibles que le diamètre des barreaux est plus petit par rapport à leur longueur.

» Les échantillons étudiés peuvent se partager en deux groupes : 1° les nickels carburés et les nickels forgés, qui possèdent l'un et l'autre une force coercitive assez grande; 2° les nickels sensiblement purs, fondus ou poreux.

» Les substances du premier groupe manifestent au plus haut degré les variations dont nous venons de parler. Le rapport des effets magnétiques temporaires développés dans ces corps et dans les barreaux de fer correspondants passe par un minimum voisin de 0,4, augmente jusqu'à 0,75 environ, puis décroît jusqu'à une limite inférieure voisine de 0,2.

» Cette variation du rapport considéré est due à une saturation inégale des deux métaux. Nous avons reconnu que les barreaux de nickel se saturent plus vite que les barreaux de fer, et, par suite, à partir d'une certaine intensité, le barreau de nickel devient un aimant temporaire à peu près constant, alors que le fer continue à s'aimanter davantage pour des intensités croissantes; le rapport doit donc diminuer et tendre vers une limite inférieure constante qui correspond aux intensités pour lesquelles le barreau de fer est lui-même saturé. En comparant entre eux des fils de nickel et de fer qui sont saturés pour de très-faibles intensités, on obtient de suite la limite inférieure du rapport, 0,2.

» Le rapport du moment magnétique temporaire développé dans les divers barreaux de nickel ou de fer, à l'intensité de l'influence magnétisante, est également un nombre variable avec cette intensité. Ce rapport présente un maximum qui correspond à des intensités plus faibles pour le fer doux

que pour les barreaux de nickel. Les intensités qui déterminent ce maximum dans un barreau de fer, puis dans le barreau de nickel correspondant, sont voisines de celles qui déterminent le maximum et le minimum indiqués plus haut du rapport des effets magnétiques développés dans les deux barreaux.

» L'existence d'une force coercitive a pour effet de diminuer les actions magnétiques temporaires; un recuit prolongé rapproche l'une de l'autre les propriétés magnétiques des divers échantillons de nickel et celles du fer doux.

» Les barreaux de nickel, fondus ou poreux, compris dans le second groupe, ont donné des résultats très-voisins de ceux du fer doux. Un petit barreau très-remarquable de nickel, probablement poreux, a paru un peu plus magnétique que le fer.

» Les écarts entre les propriétés magnétiques des divers barreaux de nickel et de fer sont d'autant plus considérables que les conditions d'influence magnétique sont plus voisines de celles qui déterminent la saturation dans l'un ou l'autre de ces barreaux, et l'on vient de voir que, pour des influences graduellement croissantes, le rapport des effets développés dans chacun d'eux pouvait présenter un minimum et un maximum. Avant la première limite inférieure, il y a déjà un décroissement des propriétés magnétiques du nickel par rapport à celles du fer, et il serait très-important de connaître quelle est, à l'origine, la limite initiale du rapport, pour des influences extrêmement faibles, ou pour des conditions très-éloignées de celles qui déterminent la saturation. La forme des échantillons et les moyens de mesure dont nous disposions n'ont pas permis cette recherche dans tous les cas; cependant, nous avons pu faire une détermination intéressante avec un petit barreau plat de nickel cémenté, préparé par M. Boussingault. Ce petit barreau a $46^{mm},8$ de long, 7 millimètres de large et $2^{mm},5$ d'épaisseur moyenne. En le faisant osciller entre les pôles de deux barreaux aimantés placés à diverses distances, et en le comparant à un barreau de fer de même longueur, même largeur et même poids, oscillant dans les mêmes conditions, on constate les faits indiqués plus haut, c'est-à-dire un premier minimum du rapport égal à 0,44, un maximum égal à 0,70 et une limite inférieure voisine de 0,2 pour des intensités très-considérables. Les oscillations précédentes ont lieu autour d'un axe perpendiculaire à la plus grande longueur des barreaux. Si maintenant on les fait osciller autour d'un axe parallèle à leur plus grande longueur, on trouve, pour deux intensités croissantes, les nombres 0,85 et 0,82.

» Dans ce cas, la grandeur de la section des barreaux, perpendiculaire à

l'axe d'aimantation (46,8 × 2,5), comparée à la faible longueur, 7 millimètres, parallèle à cet axe, permet de considérer les nombres obtenus comme correspondant à un état beaucoup plus éloigné de la saturation que dans toutes les autres déterminations, c'est-à-dire qu'ils correspondent à une intensité inférieure à celle du premier minimum.

» Il est très-remarquable de rapprocher ces nombres de ceux que donnent les limailles des métaux magnétiques comparées entre elles. On sait en effet, d'après les expériences de mon père, que, si l'on prend ces corps à l'état de limailles dont les parcelles sont disséminées d'une manière homogène dans une masse non magnétique, les résultats donnés par le nickel et le fer sont à peu près semblables. On serait donc porté à penser que, pour des influences magnétiques infiniment faibles, pour des conditions infiniment éloignées de la saturation ou pour des substances dans un état moléculaire tel que les réactions mutuelles des molécules magnétiques soient presque nulles, le rapport des effets magnétiques temporaires développés dans les molécules de nickel et de fer soit voisin de l'unité; mais on ne saurait conclure cependant des diverses considérations qui précèdent que les molécules du fer et du nickel, si elles étaient isolées, soient identiques au point de vue magnétique, car la tendance à l'égalité d'effets qui existe à la température ordinaire et loin de la saturation ne subsiste plus, comme on le sait, à une température plus élevée.

» Le cobalt nous a donné des résultats tout à fait analogues aux précédents.

» Dans ce travail, nous ne nous sommes occupé que de l'aimantation temporaire développée par influence; l'aimantation permanente qui peut subsister dans les barreaux fera l'objet d'une étude spéciale. »

M. N. **Mathieu** adresse une démonstration du théorème de Fermat.

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Serret.)

M. G. **Plarr** adresse un « Essai de théorie des principes élémentaires des quaternions ».

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Serret.)

M. H. **Hacdicke** adresse, de Kiel, une Note sur le point d'application de la poussée exercée par un liquide sur un corps flottant.

(Commissaires : MM. Fizeau, Bonnet, Puiseux.)

M. A. Lerat adresse une Note concernant une explication du phénomène observé par M. Duter dans la charge et la décharge du condensateur.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Gauthier adresse une réclamation de priorité au sujet de la lampe électrique présentée par M. Ducretet.

M. Gauthier informe l'Académie qu'il a pris, le 14 septembre 1878, pour le compte de M. *Delage*, un brevet pour un système de lampe identique à celui dont il s'agit.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Berton adresse un nouveau document concernant l'emploi qui aurait été fait, en Orient, de l'huile d'asphalte pour préserver les vignes de l'attaque des insectes.

Ce document est extrait d'un manuscrit de la Bibliothèque nationale (fonds latin, n° 5129) à la suite d'une Chronique de Robert le Moine.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. Vidal, M. A. Lenfant adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

## CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de la Lettre suivante, qui lui est adressée par M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce :

« Vous m'avez fait l'honneur de m'informer que la Commission académique du Phylloxera, fortement émue des invasions de l'insecte au mois de juillet, s'est décidée à reprendre le cours de ses études, interrompues depuis deux années. Dans ce but, l'Académie des Sciences a résolu de faire appel à ceux des savants qu'elle s'était déjà attachés, ou de désigner de nouveaux délégués qui auraient à s'occuper de la question à tous les points de vue.

» Je suis heureux, monsieur le Secrétaire perpétuel, de vous exprimer

toute ma satisfaction de voir votre illustre Compagnie reprendre le cours de ses intéressants travaux, et je ne doute pas que, sous votre haute et habile direction, les études qui vont être entreprises n'aient un heureux résultat.

» Afin de faire face aux frais que cette nouvelle campagne va occasionner, j'ai l'honneur, monsieur le Secrétaire perpétuel, de vous informer que j'ai accordé à l'Académie des Sciences une allocation nouvelle, qui sera prochainement ordonnancée. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. le **Ministre des Travaux publics** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, un exemplaire de chacune des Cartes suivantes :

1° Carte des mouillages des voies navigables ;

2° Carte du tonnage des rivières et canaux en 1876 ;

3° Carte du tonnage des routes nationales en 1876 ;

4° Carte du tonnage des chemins de fer en 1876.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *J. Plateau* « Sur une loi de la persistance des impressions dans l'œil » ;

2° Un volume de M. *A. Braconnier*, intitulé « Description des terrains qui constituent le sol du département de Meurthe-et-Moselle » (Ouvrage publié sous les auspices du Conseil général).

M. l'amiral **de la Roncière le Noury** informe l'Académie qu'il retire sa candidature à la place d'Académicien libre, actuellement vacante.

### ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires du troisième ordre.* Note de M. **Laguerre**.

« 1. Étant donnée une équation différentielle linéaire

$$A\frac{d^n y}{dx^n} + B\frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \ldots + K\frac{dy}{dz} + L = 0,$$

on peut lui faire subir deux transformations différentes, de telle sorte qu'après les transformations elle conserve encore la même forme.

» On peut d'abord changer de variable en posant $x = f(z)$, puis, cette substitution effectuée, changer d'inconnue en posant $y = V(z)u$. Les diverses transformées que l'on obtient ainsi, en donnant aux fonctions $f(z)$ et $V(z)$ toutes les formes possibles, peuvent être considérées comme appartenant à une même classe.

» Ainsi, toutes les équations différentielles de second ordre ne forment qu'une seule classe et sont toutes réductibles à un type unique, par exemple à l'équation $\frac{d^2y}{dx^2} = 0$; mais l'on ne sait pas, au moyen de simples quadratures, opérer effectivement cette réduction, ni, deux équations du second ordre étant données, trouver les transformations qui permettent de passer de l'une à l'autre.

» 2. Des circonstances entièrement différentes se présentent dans la théorie des équations différentielles linéaires du troisième ordre.

» Considérons l'équation

$$(1) \qquad \frac{d^3y}{dx^3} + 3P\frac{d^2y}{dx^2} + 3Q\frac{dy}{dx} + Ry = 0,$$

et supposons que, après avoir fait successivement les transformations $x = f(z)$ et $y = V(z)u$, elle devienne

$$(2) \qquad \frac{d^3u}{dz^3} + 3P_0\frac{d^2u}{dz^2} + 3Q_0\frac{du}{dz} + R_0u = 0.$$

» Je considérerai d'abord les expressions $e^{-\int P\,dx}$ et $e^{-\int P_0\,dz}$, introduites par M. Liouville dans l'étude des équations linéaires; on voit facilement que l'on a identiquement

$$e^{-\int P_0\,dz} = e^{-\int P\,dx}\frac{\frac{dx}{dz}}{V};$$

la fonction $e^{-\int P\,dx}$ constitue donc, relativement à l'équation (1), un véritable invariant qui, après les transformations, se reproduit à un facteur près dépendant uniquement des transformations opérées.

» 3. On obtient un second invariant de l'équation (1) en considérant la fonction

$$I = 4P^3 + 6P\frac{dP}{dx} + \frac{d^2P}{dx^2} - 6PQ - 3\frac{dQ}{dx} + 2R;$$

si, en effet, on forme, relativement à l'équation (2), la fonction semblable

$$I_0 = 4P_0^3 + 6P_0\frac{dP_0}{dz} + \frac{d^2P_0}{dz^2} - 6P_0Q_0 - 3\frac{dQ_0}{dz} + 2R_0$$

on a l'identité

$$(3) \qquad I_0 = I\left(\frac{dx}{dz}\right)^3;$$

I est donc encore un invariant de l'équation (1) qui ne change pas de valeur lorsqu'on change l'inconnue.

» En combinant entre eux les deux invariants précédents, je considérerai encore l'invariant $J = e^{3\int P\,dx} I$ qui donne lieu à la relation

$$(4) \qquad J_0 = JV^3(z)$$

et qui, on le voit, ne change pas de valeur quand on change de variable.

» 4. Proposons-nous maintenant de reconnaître si deux équations données (1) et (2) appartiennent à la même classe. Si cela a lieu, en intégrant l'équation (3), on aura

$$x = f(x, \alpha),$$

$\alpha$ désignant une constante arbitraire; cette valeur, portée dans la relation (4), déterminera $V(z)$, et, si les équations appartiennent effectivement à la même classe, on devra pouvoir disposer de l'arbitraire $\alpha$ de telle sorte que, par les transformations indiquées, l'équation (2) résulte de l'équation (1).

» 5. Toutes les équations du troisième ordre peuvent, en effectuant de simples quadratures, se ramener à une forme réduite ne renfermant qu'une fonction arbitraire. Si, en effet, on intègre l'équation (3) en y faisant $I_0 = 1$, on en déduit une transformation telle que l'invariant I de la transformée est égal à l'unité; de même, en faisant $J_0 = 1$, on déduit de l'équation (4) une nouvelle transformation telle que la transformée manque du coefficient du second terme, son invariant I demeurant d'ailleurs égal à l'unité.

» Cette transformée sera donc de la forme

$$\frac{d^3u}{dz^3} + 2F(z)\frac{du}{dz} + \left[F'(z) + \tfrac{1}{2}\right]u = 0.$$

» Si l'on considère une autre équation sous sa forme réduite

$$\frac{d^3u}{dz^3} = 2\Phi(z)\frac{du}{dz} + \left[\Phi'(z) + \tfrac{1}{2}\right]u = 0,$$

il est clair que ces deux équations appartiendront à la même classe si, en déterminant convenablement une constante $\alpha$, on a identiquement

$$F(x + \alpha) = \Phi(x).$$

» 6. Les considérations qui précèdent supposent essentiellement I différent de zéro. Si $I = 0$, il y a une relation homogène du second ordre et à coefficients constants entre trois solutions quelconques de l'équation donnée. Son intégration se ramène alors à l'intégration d'une équation du second ordre.

» 7. On peut, en même temps que l'équation (1), considérer l'équation adjointe de Lagrange

$$\frac{d^3 u}{dz^3} - 3\frac{d^2}{dx}(Pu) + 3\frac{d}{dx}(Qu) - Ru = 0;$$

si l'on désigne par I et J les deux invariants de l'équation (1) et par $I_0$ et $J_0$ les mêmes invariants relatifs à l'équation adjointe, on a

$$I_0 = -I \quad \text{et} \quad J_0 = -\frac{I^2}{J}. \text{ »}$$

OPTIQUE. — *Sur la classification des couleurs et sur les moyens de reproduire les apparences colorées par trois clichés photographiques spéciaux.* Note de M. Ch. Cros [1].

« Je distingue deux catégories comprises sous le mot de *couleurs :* les lumières et les pigments.

» Les lumières élémentaires qui, par leurs mélanges, produisent toutes espèces de teintes proposées, sont la lumière verte, la violette et l'orangée.

» Les pigments élémentaires qui, par leurs mélanges, produisent toutes les teintes proposées, sont le rouge, le jaune, le bleu.

» Pour obtenir immédiatement les teintes élémentaires des lumières et des pigments, il suffit de regarder à travers un prisme une barre blanche sur fond noir et une barre noire sur fond blanc. Dans le premier cas, on voit un spectre orangé, vert, violet; dans le second cas, un spectre bleu, rouge et jaune.

» Je dis que, dans le premier cas, l'orangé, le vert, le violet sont des lumières élémentaires, et que, dans le second cas, le bleu, le rouge, le jaune sont des lumières combinées deux à deux.

» La discussion de la marche des rayons des deux images d'une barre blanche sur fond noir, et d'une barre noire sur fond blanc, démontrerait

(1) Cette Note avait été présentée à l'Académie dans la séance du 23 décembre 1878.

cette proposition; mais je préfère, dans cette courte Note, la démontrer par l'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie sous le nom de *chromomètre*.

» Dans une caisse noircie à l'intérieur, je dispose, parallèlement entre elles, trois glaces sans tain, formant des angles de 45 degrés avec la paroi. Trois ouvertures, dont les images virtuelles dans les trois glaces viennent se placer en un même lieu apparent, sont munies d'écrans colorés liquides. Ces écrans sont des cuves plates en glaces, remplies des solutions suivantes: solution rouge de chlorure de cobalt, additionné d'un peu de sulfocyanure de potassium; solution jaune de chromate neutre de potasse; solution bleue de nitrate de cuivre. Je fais deux cuves de chaque couleur.

» Ces solutions, qui ne sont pas peut-être les meilleures, devront être exactement dosées, et les épaisseurs des cuves être mesurées. Soient les trois ouvertures A, B, C. Je place devant A deux cuves rouges, devant B deux cuves jaunes, devant C deux cuves bleues. Je regarde devant les glaces sans tain et je vois les trois reflets qui, en se combinant, donnent du blanc (si l'éclairage est égal pour chaque ouverture).

» Si je masque A au moyen d'un écran opaque, je n'ai plus que deux reflets qui se combinent, celui du bleu et celui du jaune. L'apparence obtenue est celle d'un blanc moins éclairé; donc la lumière jaune et la lumière bleue additionnées ne font pas de vert. Le fait a été déjà annoncé par M. Helmholtz, dans des conditions analogues.

» Si je masque B, les deux reflets rouge et bleu se combinent seuls, et la teinte est encore du blanc faiblement violacé. Enfin, en masquant C, on obtient toujours du blanc teinté d'orangé.

» Alors je combine les cuves deux à deux, jaune et bleu, bleu et rouge, rouge et jaune, de manière que les écrans doubles ne laissent passer respectivement que du vert, du violet, de l'orangé. Les trois reflets combinés donnent du blanc, comme précédemment.

» Mais, si l'on masque successivement A, B et C, les apparences changent complétement. Quand on supprime le *vert*, le fond se colore en *rouge carmin pur*, tel qu'on le voit dans le spectre trichrome de la barre noire sur fond blanc; quand on supprime le violet, le fond devient *jaune pur*, tel qu'on le voit dans le même spectre; quand on supprime l'orangé, le fond devient *bleu pur* (1).

---

(1) Pour la commodité de la présentation à l'Académie, j'ai remplacé ces systèmes de cuves par des verres respectivement colorés en violet, vert et orangé, au moyen de collodions aux couleurs d'aniline.

» J'ai nommé cet appareil *chromomètre*, parce qu'il peut servir à distinguer les couleurs les unes des autres par des données numériques. En effet, pour faire varier à l'infini la teinte résultante du champ visible, il suffit de faire varier l'éclairage de chaque ouverture. Tous les procédés photométriques sont bons pour cela; je me propose d'employer la méthode d'Arago, par la lumière polarisée. Mais je n'ai pu me permettre la construction coûteuse d'un tel appareil, et je me borne, dans l'instrument réalisé, à faire varier les éclairages en interposant des doubles plus ou moins nombreux de papier translucide.

» Deux verres reçoivent des épaisseurs de papier variant régulièrement d'un bout à l'autre, et on les place devant le violet et l'orangé, les épaisseurs en sens inverse; enfin, un troisième verre reçoit les épaisseurs maximum au milieu et les épaisseurs minimum à ses deux bouts; il est placé devant le verre vert. Le champ visible présente alors l'aspect du spectre de la barre noire sur le fond blanc; si l'on veut obtenir l'apparence du spectre de la barre blanche sur fond noir, il faut substituer un troisième verre, un verre qui soit à ce premier ce qu'un positif photographique est à son négatif, c'est-à-dire avec les épaisseurs maximum aux deux bouts et l'épaisseur minimum au milieu.

» Une des applications les plus curieuses du chromomètre est la suivante :

» J'obtiens trois clichés d'après un tableau coloré quelconque, le premier cliché à travers un écran vert, le second à travers un écran violet, le troisième à travers un écran orangé. Ces écrans sont encore des cuves plates en glaces, contenant des solutions colorées titrées. Je remarque, en passant, que l'inégalité d'actinisme de ces différentes lumières est complétement compensée par diverses substances colorantes organiques, dont j'imprègne les plaques sensibles.

» Les clichés obtenus sont formés d'argent réduit, comme les clichés ordinaires. J'obtiens les positifs noirs sur verre de ces clichés, et je place chacun de ces positifs, dans le chromomètre, devant l'écran de même couleur que celui qui a servi à tamiser les rayons dans l'obtention du cliché correspondant.

» Je fais coïncider les trois reflets, et l'apparence résultante est celle du tableau modèle, si l'on règle convenablement les trois éclairages.

» J'ajoute quelques mots sur les pigments. Ce qu'on appelle la *couleur rouge matérielle* est une substance qui *supprime le vert* de la lumière blanche;

il ne reste donc, des trois lumières élémentaires, que le violet et l'orangé, dont la *somme* est du rouge. De même, le pigment jaune est celui qui supprime la *lumière violette*, le pigment *bleu* supprime la *lumière orangée*.

» J'en ai conclu que, en réalisant sur une même surface blanche les trois positifs en rouge, en jaune et en bleu, on obtiendrait sur cette surface l'image du modèle coloré. L'expérience, réalisée soit par la taille-douce, soit par le procédé sur gélatine de M. Poitevin, a confirmé mes prévisions. J'ai eu l'honneur de montrer quelques spécimens de ces tirages à l'Académie [1]. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les effets d'induction à travers les circuits téléphoniques, au moyen du microphone et du téléphone.* Note de M. **D. Hughes**, présentée par M. Th. du Moncel. (Extrait.)

« On sait qu'un téléphone est sensiblement impressionné par l'induction des courants transmis sur les lignes voisines de celle sur laquelle il est interposé, et c'est même un des grands obstacles à l'établissement des téléphones sur les lignes télégraphiques. Le microphone m'a permis d'étudier ces effets d'une manière complète, et ce sont les résultats que j'ai observés qui font l'objet de cette Note.

» La disposition de l'expérience est à peu près celle que j'ai indiquée dans ma dernière Note; seulement une pile de trois éléments Daniell est mise à contribution pour fournir le courant inducteur, et c'est dans le circuit de cette pile que sont introduits le microphone, l'horloge à réveil et l'inducteur proprement dit, qui est généralement une simple hélice. Le téléphone est placé dans le circuit induit avec la partie de ce circuit disposée pour recevoir l'action de l'inducteur et qui est constituée par une seconde hélice. Or voici les résultats de quelques expériences qui peuvent donner quelques renseignements utiles, non-seulement sur la construction des téléphones, mais encore sur leur usage.

» 1. Si les deux hélices, ayant 5 centimètres de diamètre extérieur, 1 centimètre d'épaisseur et un diamètre intérieur de 4 centimètres, sont enroulées avec 100 mètres de fil n° 32 et placées parallèlement à très-petite distance l'une de l'autre, les sons transmis par le microphone sont clairement entendus, même quand ils sont articulés. Quand l'intervalle sépa-

---

[1] J'ai pu faire cet ensemble de recherches pratiques, grâce à l'aide éclairée de M. le duc de Chaulnes, à qui je témoigne ici ma reconnaissance.

rant les deux bobines augmente, les sons reproduits s'affaiblissent, mais on les entend encore à une distance de 30 centimètres et dans toutes les positions, sauf quand leurs axes sont perpendiculaires l'un à l'autre, ce qui permet de déterminer une direction neutre d'induction pour laquelle aucun son n'est transmis, mais que la moindre réaction extérieure peut troubler, et alors les sons redeviennent perceptibles. Ainsi un aimant ou même un morceau de fer doux placé à quelques centimètres en dehors de cette direction permet aux sons de se manifester.

» 2. Les deux hélices étant éloignées l'une de l'autre de 10 centimètres et des corps non conducteurs étant interposés entre elles, les sons reproduits sont les mêmes que quand aucun corps n'est interposé; mais, si ces corps sont conducteurs, ils sont un peu affaiblis et en proportion de leur conductibilité ; ainsi le cuivre fournissait un effet six fois plus grand que le fer. Pour réduire ces sons au quart de leur force, il fallait interposer quinze feuilles de fer ayant une surface de 16 centimètres. Toutefois, cette réduction est plus accentuée quand on substitue aux lames métalliques des spirales dont les bouts sont réunis, et, si ces spirales constituent une grosse hélice formée par une demi-livre de fil n° 32, l'extinction du son devient presque complète, du moins quand son circuit est fermé sur lui-même, car, quand il reste ouvert, le son ne se trouve nullement diminué.

» 3. Les sons ainsi reproduits par l'induction sont beaucoup plus intenses avec les hélices plates qu'avec les hélices longues, et en augmentant du double l'épaisseur de celles dont il a été question plus haut, sans changer la longueur du fil, les sons étaient trois fois plus forts. Supposant que cet effet était dû à la plus grande proximité des spires dans l'hélice plate, j'ai changé le mode d'enroulement; mais les sons étaient toujours moins forts qu'avec les hélices plates d'environ moitié.

» 4. Si l'on prend une de ces hélices plates et qu'on l'encastre dans un second téléphone près du diaphragme, du côté de l'aimant, en intercalant la bobine du téléphone dans le circuit du microphone, on entend presque également bien dans les deux téléphones. Or, si dans ces conditions on retire un peu l'aimant du téléphone intercalé dans le circuit inducteur, de manière que les sons produits par celui-ci soient à peine perceptibles, on entend dans le second téléphone presque aussi bien qu'avant le changement.

» 5. Si, au lieu d'une seule bobine de téléphone mise en rapport avec le circuit du microphone, on en emploie deux ou plusieurs mises chacune

en rapport avec un circuit différent dans lequel seront interposés un microphone et une pile, l'hélice induite mise à portée de ces différentes bobines transmettra simultanément les sons produits dans chaque circuit; ainsi, on pourra percevoir à la fois les sons d'un piano, ceux d'un chant et ceux de la parole, et l'on pourra de cette manière étudier ces sons séparément et en combinaison.

» 6. Si l'on retire d'un téléphone la bobine qui enveloppe l'aimant et qu'on la place en dehors du téléphone tout en le maintenant dans le circuit du microphone, les sons sont transmis clairement dans le téléphone, et leur force dépend de la distance à laquelle la bobine est placée; ils sont encore perceptibles à une distance de 20 centimètres. Or, si l'on applique une bobine de cette nature contre une oreille et que l'on applique contre l'autre le téléphone dépourvu de sa bobine, il deviendra possible d'entendre avec un téléphone sans bobine et sans fil de circuit, et celui-ci devient une sorte d'*analyseur électrique* qui permet d'étudier ce qui se passe dans des organes parcourus par des courants. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Nouvel élément voltaïque à courant constant.* Note de M. **A. Héraud**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Dans la pile électrique, une des causes principales d'affaiblissement est l'appauvrissement, en principes actifs, du liquide excitateur. Je me suis proposé de faire servir les réactions qui s'accomplissent au sein du corps dépolarisateur à entretenir, le plus longtemps possible, le liquide excitateur dans le même état de concentration.

» Le liquide excitateur dont je me sers est le chlorhydrate d'ammoniaque; le corps dépolarisateur est le protochlorure de mercure ou calomel. Lorsque le circuit est fermé, le chlorhydrate d'ammoniaque, en présence du zinc, donne du chlorure de zinc, avec formation d'ammoniaque et d'hydrogène. Ces deux derniers corps se portent à l'électrode positive :

$$AzH^4Cl + Zn = ZnCl + AzH^3 + H.$$

» L'hydrogène réduit le protochlorure, avec production de mercure métallique, d'acide chlorhydrique, et par suite de chlorhydrate d'ammoniaque :

$$Hg^2Cl + H + AzH^3 = AzH^4Cl + 2Hg.$$

» Par conséquent, tant qu'il existera du protochlorure autour de l'électrode positive, du chlorhydrate d'ammoniaque sera régénéré, et il semble, en dernière analyse, qu'on n'a fait que chlorurer indirectement le zinc à l'aide du chlorure mercureux

$$Hg^2Cl + Zn = ZnCl + 2Hg.$$

» Mais, en réalité, la réaction est plus complexe, car il y a en même temps décomposition de l'eau, formation de chlorure mercureux à base d'amide et d'oxychlorure de zinc ammoniacal.

» Or, cet oxychlorure ne tarde pas à se déposer sur l'électrode positive, l'action chimique diminue et la résistance augmente. Pour empêcher ce dépôt cristallin de se produire sur la surface du zinc, j'ai mis à contribution la propriété que possède ce chlorure de se dissoudre dans l'ammoniaque; aussi la solution de sel ammoniac que j'emploie, au lieu d'être saturée, est étendue d'un dixième, en volume, d'ammoniaque liquide du commerce. De plus, le zinc, au lieu de reposer directement sur le fond du vase qui contient les différentes pièces de l'élément, est suspendu à l'aide d'une lame de cuivre rouge, revêtue d'un enduit préservateur en glu marine, au milieu du liquide, à quelques centimètres du fond. Une expérience de plus de trente mois a prouvé l'efficacité de ces précautions. Les lames de zinc amalgamé sont restées nettes et brillantes; presque tous les cristaux formés se sont déposés au fond du vase, mélangés au mercure réduit, qui, obéissant à sa grande densité, avait traversé le sac en toile à voile contenant l'électrode positive en charbon et le mélange dépolarisateur. Pour empêcher la volatilisation de l'ammoniaque et la production des efflorescences du sel ammoniac, qui, comme on le sait, cristallise aisément sur les bords du vase, hors de sa solution, sous forme de croûtes grenues, l'élément est fermé à l'aide d'un bouchon recouvert de suif et de noir de fumée, puis scellé soit avec un mastic à base de résine et de gutta-percha, soit avec un mélange de collodion chirurgical et de coaltar.

» Cet élément a été étudié pendant 248 jours; au bout de ce laps de temps, pendant lequel il avait servi à de nombreuses expériences, l'intensité qu'il manifestait à la boussole des sinus était encore les 0,66 de l'intensité primitive. Dans une pile de 9 éléments, cette intensité était encore de 0,73 au bout de 227 jours et de 0,50 au bout de 984, l'intensité primitive étant 1.

» Au début, la résistance de l'élément est de $75^m,3$ de fil télégraphique

de $0^m,004$ ; elle devient égale à $79^m,5$ au bout d'une dizaine de jours. En représentant par 1 l'intensité de l'élément à sulfate de cuivre, l'intensité de l'élément au protochlorure est de 1,4512 au début; elle était de 1,0749 au bout de six mois de montage. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide tétrique et ses homologues.* Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Cahours.

« J'ai dans ces derniers temps étudié plusieurs homologues de l'acide heptique ; on connaît aujourd'hui les termes suivants de cette série.

» *Acide tétrique,* $3C^4H^4O^2 + H^2O$, corps incolore qui se dépose en beaux cristaux tricliniques par évaporation de sa solution aqueuse. Cet acide, assez peu soluble dans l'eau froide, se dissout, ainsi que ses homologues, en forte proportion dans l'alcool, l'éther et l'eau bouillante. Insoluble dans le chloroforme froid, il s'y dissout en abondance à l'ébullition si l'on ajoute quelques gouttes d'alcool. Une pareille dissolution laisse, par refroidissement, se déposer presque en entier l'acide dans un grand état de pureté. Il fond à 189 degrés sans s'altérer. Comme tous ses homologues, il colore en rouge violacé le perchlorure de fer.

» *Acide pentique,* $3C^5H^6O^2 + H^2O$. Ce produit, fusible à 127-128 degrés, forme de beaux cristaux orthorhombiques, très-facilement clivables parallèlement à *p*, par évaporation très-lente de sa solution aqueuse. Il est très-soluble à chaud dans le chloroforme, peu à froid.

» *Acide hexique,* $3C^6H^8O^2 + H^2O$, obtenu par l'éther acétylpropylacétique. C'est un corps incolore qui cristallise magnifiquement en larges lames nacrées par refroidissement de sa solution aqueuse bouillante. Il fond à 126 degrés.

» *Acide isohexique,* $3C^6H^8O^2 + H^2O$, obtenu par l'éther acétylisopropylacétique. Il forme, par évaporation lente de sa solution éthérée, de volumineux prismes orthorhombiques fusibles à 124 degrés.

» *Acide heptique,* $3C^7H^{10}O^2 + H^2O$, déjà décrit.

» Ces acides présentent des propriétés chimiques tellement rapprochées, que tout ce qu'on peut dire de l'un s'applique de même aux autres.

» La chaleur les décompose au-dessous de 300 degrés en les noircissant beaucoup, tandis qu'une portion distille sans s'altérer.

» Les sels qu'ils forment sont assez remarquables par leur composition. Les radicaux $C^4H^4O^2$, etc., se comportent comme l'anhydride sili-

cique, plusieurs molécules de ces radicaux s'unissant à une ou plusieurs molécules de base. Ainsi, A désignant l'un d'eux, B une base ($BaO$, $CaO$, $Ag^2O$, etc.), on peut avoir les sels suivants :

$$2A + B, \quad 3A + B, \quad 5A + 2B.$$

» L'acide azotique fumant attaque ces acides et les transforme en produits nitrés cristallisés, malheureusement trop peu abondants pour qu'on puisse les étudier.

» L'acide sulfurique les dissout sans les altérer, même à 100 degrés.

» Le brome et le chlore s'additionnent et donnent naissance à des composés liquides inaltérables à froid par l'eau.

» L'hydrogène naissant, dégagé par l'amalgame de sodium en solution acide ou basique, ou par le zinc et l'acide chlorhydrique à chaud ou à froid, m'a paru sans aucune action, même au bout de quatre jours.

» Le perchlorure de phosphore dégage de l'acide chlorhydrique et forme de l'oxychlorure de phosphore ainsi qu'une huile chlorée. Pour l'acide tétrique, l'équation est la suivante :

$$(3C^4H^4O^2 + H^2O) + 4PhCl^5 = 2HCl + 4PhCl^3O + 3C^4H^4Cl^2O.$$

» On en a de semblables avec ses homologues. L'huile chlorée, insoluble dans l'eau, s'isole en traitant par cet agent le produit de la réaction. L'huile, incolore si l'acide était pur, est séchée sur le chlorure de calcium.

» $C^4H^4Cl^2O$ bout avec traces de décomposition à 171-172 degrés. Sa densité à 10 degrés est égale à 1,471 ; son odeur, faible, est légèrement aromatique. A température ordinaire ou à 100 degrés, l'eau, l'alcool, l'ammoniaque, la potasse, sont sans action sur lui. Il fixe avec facilité le brome et le chlore. $C^4H^4Cl^2Br^2O$ fond à 67°-67°,5, en dégageant du brome et de l'acide bromhydrique. $C^4H^4Cl^4O$ fond à 48°-48°,5. Ce sont des corps magnifiquement cristallisés, inattaquables à froid par l'eau, l'alcool, l'ammoniaque et la potasse. Ce sont, sans aucun doute, des acétones tétrachlorées et dichlorodibromées.

» L'acide azotique fumant dissout $C^4H^4Cl^2O$ en donnant un corps nitré; l'acide sulfurique le dissout aussi, mais très-lentement, en formant une magnifique coloration pourpre.

» $C^5H^6Cl^2O$ bout à 189-192 degrés en se décomposant plus notablement que le précédent. Ses propriétés chimiques et physiques sont tout à fait analogues.

» Les autres homologues $C^6H^8Cl^2O$, etc., ne sont pas volatils sans décomposition. Leurs propriétés sont semblables à celles des précédents.

» Comme la densité de vapeur de ces composés chlorés n'a pas été prise, on pourrait penser que leur formule peut être un multiple de celles que j'ai données. Mais, si l'on réfléchit que le plus simple multiple du premier d'entre eux serait $C^8H^8Cl^4O^2$, on voit qu'un pareil corps ne saurait bouillir à 172 degrés. L'un des plus simples des dérivés octyliques, le chlorure d'octyle, bout, en effet, déjà à 175 degrés.

» La potasse caustique, dissoute dans une petite quantité d'eau, décompose nettement ces acides vers 150 degrés, d'après la réaction

$$C^4H^4O^2 + 2KHO = C^3H^5KO^2 + CHKO^2,$$

en formiate et propionate, et suivant les réactions analogues.

» On peut déduire de ces réactions la formule de ces radicaux ; ce sera l'objet d'une prochaine Note. »

EMBRYOGÉNIE. — *Recherches sur le développement des œufs et de l'ovaire chez les mammifères, après la naissance.* Note de M. **Ch. Rouget**, présentée par M. Vulpian.

« L'ovaire entier et frais de chattes, de chiennes, de lapines nouveau-nées, de même que celui de très-jeunes embryons, examiné à de faibles grossissements (de 20 à 30 diamètres), se montre formé à sa surface par un réseau sous-épithélial de cordons ovulaires, contournés, anastomosés, pressés les uns contre les autres. Depuis plus de dix ans, je montre dans mes Cours des coupes d'ovaires de chiennes et chattes nouveau-nées, d'embryons de porc, de fœtus humains, qui prouvent que la région médullaire est, comme la région corticale, formée de cordons ramifiés et anastomosés.

» *Cordons corticaux.* — Les cordons corticaux sont constitués par des ovules agglomérés, sans épithélium enveloppant ou interposé, tels, en un mot, qu'ils ont été décrits et figurés pour la première fois par His (1865), et plus récemment (1879) par Kölliker, réformant sur ce point ses descriptions anciennes. Du réseau de cordons d'ovules nus émergent des prolongements qui gagnent la surface de l'ovaire, et dont les extrémités libres, coniques ou arrondies, sont enchâssées dans l'écartement des cellules

cylindriques dont les têtes se recourbent pour former, au-dessus des cônes ovulaires, une voûte de forme ogivale. Ce sont là les racines du réseau cortical, ses centres d'origine. Chez les femelles nouveau-nées des animaux qui naissent les yeux fermés, on trouve, dans l'écartement des cellules épithéliales muqueuses, à côté des groupes d'ovules, têtes des cordons corticaux, des *ovules isolés,* non complétement inclus dans l'épithélium, mais logés dans les interstices des sommets des cellules coniques. Un certain nombre au moins de ces ovules ont été séparés par la coupe des têtes des cordons corticaux dont ils faisaient partie; d'autres sont des ovules primordiaux arrêtés dans leur développement.

» On ne rencontre, dans la couche d'épithélium prétendu *germinatif,* que des cellules épithéliales présentant tous les caractères de l'épithélium muqueux, dont les têtes sont même recouvertes par une cuticule identique, moins les canalicules poreux, à celle de l'épithélium intestinal. A côté sont les ovules, avec leurs caractères distinctifs non moins nettement accusés. Aucune forme de transition entre ces deux espèces d'éléments si différents n'autorise l'hypothèse d'une transformation des éléments épithéliaux en ovules. Les cellules épithéliales et les ovules juxtaposés dans la même couche cellulaire sont nettement distincts dès leur première apparition (embryons de lapin, de 12 à 14 millimètres).

» Les cordons corticaux d'ovules nus existent encore chez les chattes et les chiennes vingt ou vingt-cinq jours après la naissance, et chez des lapines de douze à quinze jours. Je les ai trouvés persistant encore en partie chez une petite fille cinq jours après la naissance. Chez des chattes et des chiennes de trois mois et demi à quatre mois, les cordons sont dissociés en groupes d'ovules, et en ovules isolés, encore nus et en contact immédiat avec les faisceaux du stroma contractile. Dans la même zone corticale, non-seulement chez les chattes à l'époque du rut, mais avant, après le rut, et même chez des chattes fécondées et assez âgées, j'ai constamment rencontré soit des groupes d'ovules nus, soit des ovules nus isolés dans les mailles du stroma cortical. De plus, chez toutes les chattes que j'ai examinées, dans la région médullaire, j'ai rencontré de gros ovules, aussi développés que ceux des follicules de Graaf, mais caractérisés par une très-épaisse membrane vitelline. Les uns sont logés dans les interstices des faisceaux du stroma fibreux, sans aucune enveloppe propre, les autres plongés ou en partie enclavés dans les amas de cellules à granulations graisseuses de la région médullaire, mais sans aucun vestige de revêtement épithélial propre. J'ai trouvé également une ou plusieurs couches d'ovules

nus dans la zone corticale chez les lapines adultes, chez des brebis, pendant la gestation. Dans tous ces cas, les ovules nus paraissent provenir uniquement de la dissociation des cordons corticaux.

» *Cordons médullaires.* — Dès le début de mes recherches, j'avais été frappé de la différence fondamentale qui existe entre les cordons corticaux et les cordons médullaires au point de vue de leur constitution élémentaire. Chez les chattes, les chiennes et les lapines nouveau-nées, tandis que les premiers sont entièrement formés d'ovules agglomérés, les seconds consistent uniquement, dans la plus grande partie de leur étendue, en une agrégation de petites cellules rondes ou ovales. Au moment de la naissance, les ovules ne se montrent enchâssés au milieu des petites cellules que dans une zone étroite, sur les confins des régions médullaire et corticale. Dans l'ovaire de jeunes chiennes de trois à quatre mois, les groupes d'ovules nus et les follicules de Graaf déjà formés sont confinés dans la zone corticale, qui occupe moins du tiers de l'épaisseur de l'organe. Le noyau médullaire apparaît comme un organe distinct, emboîté dans l'intérieur de la calotte corticale, qui constitue le véritable ovaire, tandis que les cordons pleins, ramifiés et anastomosés de la masse centrale, aboutissant au niveau du hile à des canaux à lumière vide et tapissés par un épithélium cylindrique, sont caractérisés par une analogie, déjà signalée par Waldeyer, avec les cordons séminifères du testicule.

» A l'époque où je constatai que les ovules des cordons corticaux n'apparaissent entourés de petites cellules (tubes de Valentin) que lorsqu'ils s'engagent dans l'épaisseur des cordons médullaires ([1]), je ne connaissais pas encore un travail de Kölliker ([2]) qui mentionne des observations semblables faites sur l'ovaire de chiennes nouveau-nées. Mes recherches, qui ont été accomplies sans aucune opinion préconçue, m'ayant conduit à des conclusions qui concordent avec celles de Kölliker, contribueront peut-être à faire accepter ces données nouvelles, qui jusqu'à présent paraissent jouir de peu de crédit auprès des embryologistes les plus autorisés.

» Je suis, du reste, en mesure d'apporter, à l'appui de la démonstration de l'existence dans l'ovaire d'un appareil représentant les cordons séminifères du testicule et du rôle important qu'il joue dans le développement des ovules avant et après la naissance, des preuves bien plus nombreuses et plus décisives, je l'espère, que celles qui ont été fournies

---

([1]) Voir *Rapport sur l'École pratique des Hautes Études*, 1876-1877, p. 110.

([2]) *Comptes rendus de la Société physico-médicale de Wurzbourg*, vol. VIII, 1874.

antérieurement. Ces preuves sont tirées d'observations poursuivies depuis près d'une année sur le développement parallèle des glandes sexuelles mâles et femelles, et sur l'hermaphrodisme primordial. Je pourrai très-prochainement communiquer ce travail à l'Académie, ainsi que mes observations sur les transformations que subit l'appareil testiculaire de l'ovaire chez les femelles adultes et sur le rôle que joue le stroma contractile de l'ovaire dans la migration des ovules chez les mammifères (¹). »

GÉOLOGIE. — *Description des terrains qui constituent le sol du département de Meurthe-et-Moselle.* Mémoire de M. **Braconnier**. (Extrait.)

« *Systèmes de lignes de cassure et failles.* — Les systèmes de lignes de cassure qui ont laissé l'empreinte de leur action sont les suivants : E. 1° N.; E. 21° N.; E. 35° N.; E. $60°\frac{1}{2}$ N.; N. $2°\frac{1}{2}$ O.; N. 22° O.; N. $37°\frac{1}{2}$ O. Ils se répartissent en quatre groupes de deux systèmes de directions sensiblement perpendiculaires, sans doute contemporains. Parmi ces groupes, il en est un, celui des systèmes N. $37°\frac{1}{2}$ O. et E. 35° N., dont l'empreinte est tout à fait caractéristique pour le département de Meurthe-et-Moselle. Les effets de ces deux systèmes, bien constatés sur le terrain avant la fin de l'année 1877, sont, jusque dans les plus petits détails, conformes aux résultats des expériences dont M. Daubrée a rendu compte à l'Académie des Sciences au commencement de 1878. Les nombreuses lignes de cassure décomposent le sol en compartiments rectangulaires, qui se sont très-fréquemment élevés ou affaissés indépendamment les uns des autres ; de là les variations brusques d'amplitude que présentent les nombreuses failles connues. Les lignes de cassure représentant les artères du sol, la détermination de leur orientation présentait un intérêt tout particulier au point de vue de la recherche des eaux potables, de la recherche des filons d'eau salée saturée, et même pour le captage de certaines sources minérales sulfatées calciques, du groupe de celles de Contrexéville.

» *Alluvions anciennes.* — Lorsque le sol géologique n'est pas à nu, il est recouvert par les alluvions anciennes, formées des débris des terrains enlevés par dénudation et transportés par les eaux à une certaine distance ;

(¹) *Voir* ma première Communication sur le stroma contractile de l'ovaire dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1856.

sur les points où les diverses sortes d'alluvions sont superposées, on les trouve toujours dans l'ordre suivant, de bas en haut :

» 1° Grouine, ou sable calcaire, formée par la destruction des terrains calcaires;

» 2° Terre rouge, avec minerai de fer en grains, formée sans doute par la destruction de gisements de minerai de fer dans les crevasses des calcaires de l'oolithe inférieur;

» 3° Argile sableuse, sable quartzeux et galets quartzeux, provenant principalement de la destruction des grès vosgien et bigarré.

» La grouine se rencontre depuis les marnes supraliasiques moyennes jusqu'au calcaire astartien inclusivement; la terre rouge, depuis les marnes supraliasiques inférieures jusqu'au terrain kellovien exclusivement; la troisième alluvion, désignée sous le nom d'*alluvion vosgienne,* se rencontre sur tous les terrains, et forme des dépôts d'autant plus importants qu'ils sont plus rapprochés des montagnes des Vosges. »

M. **A. Brachet** adresse deux Notes relatives à l'éclairage électrique.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 13 janvier 1879.)

Page 49, ligne 22, *au lieu de* mis à contribution les, *substituez* fait usage des.